

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-353751

(43)Date of publication of application : 06.12.2002

(51)Int.Cl.

H03F 3/217

H03F 1/02

H03F 3/68

(21)Application number : 2001-161918

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 30.05.2001

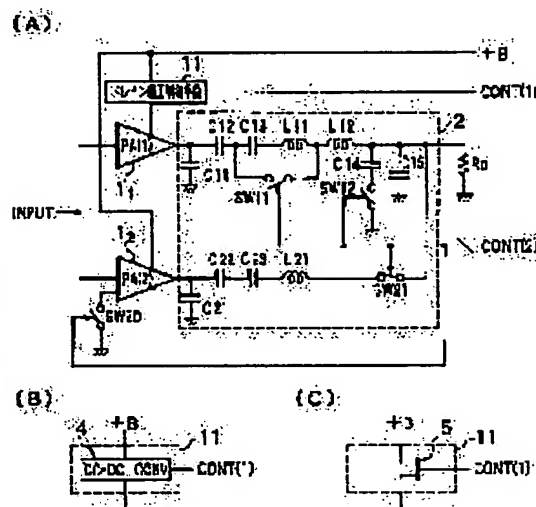
(72)Inventor : HARUYAMA NOBUO

(54) HIGH FREQUENCY POWER AMPLIFIER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a high frequency power amplifier that continuously controls an output power by changing a drain voltage of a switching-driven FET and has an enhanced efficiency than that of a conventional power amplifier adopting a similar system.

SOLUTION: The high frequency power amplifier is provided with amplifiers PA(1) 11, PA(2) 12 adopting the switching-driver FETs connected in parallel, a fixed drain voltage +B is applied to the amplifier PA(2), and a variable drain voltage is applied to the amplifier PA(1) through a means 11 (DC-DC converter 4) that converts a bias +B depending on a control variable of a CONT(1). A CONT(2) controls ON/OFF of the operation of the PA(2) and varies a circuit constant of a matching circuit 4 at the same time. The PA(2) is active at a high output region and deactivated at a low output region to minimize the deteriorating in the efficiency by the DC-DC converter 4, and the matching is taken again in the ON/OFF state of the PA(2) to enhance the efficiency and to attain continuous control of the output.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

11.03.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-353751

(P2002-353751A)

(43)公開日 平成14年12月6日 (2002. 12. 6)

(51)IntCl. ⁷	識別記号	F I	テームト* (参考)
H 0 3 F	3/217	H 0 3 F	5 J 0 6 9
	1/02		5 J 0 9 1
	3/68		B 5 J 0 9 2

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願2001-161918(P2001-161918)

(22)出願日 平成13年5月30日 (2001. 5. 30)

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 晴山 信夫

東京都品川区北品川6丁目7番35号ソニー株式会社内

(74)代理人 100110319

弁理士 根本 恵司 (外1名)

最終頁に続く

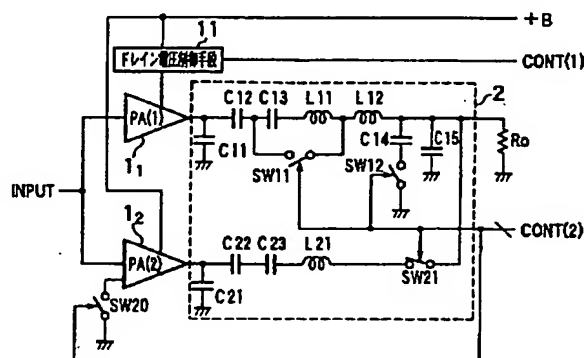
(54)【発明の名称】 高周波電力増幅器

(57)【要約】

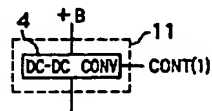
【課題】 スイッチング駆動するF E Tのドレイン電圧を変化させ出力パワーを連続して制御可能とした高周波電力増幅器において、同様の方式の従来器よりも効率をさらに改善すること。

【解決手段】 スイッチング駆動するF E Tを用いた複数の並列接続したアンプPA(1)1₁、PA(2)1₂を備える。アンプPA(2)に固定ドレイン電圧+Bを印加し、アンプPA(1)にバイアス+BをCONT(1)の制御値に応じ変換する手段11 (DC-DCコンバータ4)を通し可変ドレイン電圧を印加する。CONT(2)によりPA(2)の動作のオン・オフを制御し、同時にマッチング回路4の回路定数を可変する。高出力領域で、PA(2)をオン、低出力領域でオフし、DC-DCコンバータ4による効率低下を最小限に抑え、PA(2)オン/オフ時に整合をとり直し、効率の向上を図り、出力の連続制御を可能にする。

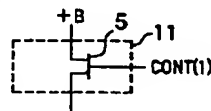
(A)



(B)



(C)



【特許請求の範囲】

【請求項1】 スイッチング駆動するトランジスタを用いた高周波電力増幅器であって、並列に接続したスイッチング駆動する複数のトランジスタと、該複数のトランジスタの一部に固定のドレイン電圧を印加する手段と、前記複数のトランジスタの他部に制御値に応じて可変のドレイン電圧を印加する手段と、ドレイン電圧を固定した前記一部のトランジスタの動作をオン・オフする手段と、前記他部のトランジスタのドレイン電圧を制御することにより増幅器出力を可変するとともに、高出力領域において前記一部のトランジスタの動作をオンし、動作をオンした前記一部のトランジスタの動作を低出力領域においてオフする出力制御手段を備えたことを特徴とする高周波電力増幅器。

【請求項2】 請求項1に記載された高周波電力増幅器において、前記複数のトランジスタの出力側に回路定数を可変設定可能にしたマッチング回路と、増幅器出力に応じて前記マッチング回路の回路定数の設定を最適化する手段を備えたことを特徴とする高周波電力増幅器。

【請求項3】 請求項2に記載された高周波電力増幅器において、前記回路定数の設定を最適化する手段が、前記一部のトランジスタの動作のオン・オフに合わせて、回路定数を切り替える手段であることを特徴とする高周波電力増幅器。

【請求項4】 請求項1乃至3のいずれかに記載された高周波電力増幅器において、前記他部のトランジスタに可変のドレイン電圧を印加する手段が、印加するドレイン電圧を連続的に制御できる手段であることを特徴とする高周波電力増幅器。

【請求項5】 請求項4に記載された高周波電力増幅器において、前記連続的にドレイン電圧を制御できる手段がDC-DCコンバータであることを特徴とする高周波電力増幅器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、スイッチング駆動するトランジスタ（Tr）を用いた高周波電力増幅器に関し、より詳細には、出力電力を連続的にコントロール可能にするとともに、増幅器の効率の改善を図った高周波電力増幅器に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、RFパワーアンプ等の高周波電力増幅器は、通信機のアンテナ出力段や音響出力段の増幅器等として用いられている。かかる増幅器には様々な特性を持つものがあるが、中でも、増幅器の効率が高いものは、デジタル携帯電話等のデジタル移動通信の通信機端末の送信部に好適である。それは、省電力のメリット、即ちバッテリーの使用時間或いはその小型化、又熱の発生の抑制等、が携帯機にとって、より意味を持つことになるからに他ならない。効率の高い高周波電力増幅

器としては、増幅器に用いるTr（通常、電界効果Tr：FETを使用）を飽和状態で動作させる飽和型増幅器が知られている。飽和型増幅器によると、A級増幅器よりも高い効率を持つB級、C級増幅器をさらに上回る、理論的には100%に近い効率が得られる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、飽和型増幅器はFETを飽和状態で動作させるので、出力をコントロールすることが必要な場合、線形増幅器のように入力の変化により出力を変えることができない。そこで、飽和型増幅器のFETのドレイン電圧で出力を変化させる方法を用いる。このドレイン電圧制御法では、DC-DCコンバータで制御量に従い変換して得たドレイン印加電圧により出力を制御するという方法を用いている。従って、FETを飽和状態で動作させるドレイン電圧制御法による場合には、DC-DCコンバータの効率が直接、増幅器全体の効率に影響することになる。つまり、DC-DCコンバータの効率は良くても80%程度であるから、100%に近い効率を持つ飽和状態で動作させるFETを用いても、DC-DCコンバータにより増幅器全体の効率が80%に下がってしまうことになる。本発明は、従来の高周波電力増幅器における上記した問題点を鑑みてなされたもので、その目的は、スイッチング駆動するトランジスタを用いドレイン電圧を変化させることにより増幅器出力を連続的にコントロール可能とした高周波電力増幅器において、同様の方式をとる従来の増幅器よりもさらに改善された効率を持つ前記高周波電力増幅器を提供することにある。

【0004】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明は、スイッチング駆動するトランジスタを用いた高周波電力増幅器であって、並列に接続したスイッチング駆動する複数のトランジスタと、該複数のトランジスタの一部に固定のドレイン電圧を印加する手段と、前記複数のトランジスタの他部に制御値に応じて可変のドレイン電圧を印加する手段と、ドレイン電圧を固定した前記一部のトランジスタの動作をオン・オフする手段と、前記他部のトランジスタのドレイン電圧を制御することにより増幅器出力を可変するとともに、高出力領域において前記一部のトランジスタの動作をオンし、動作をオンした前記一部のトランジスタの動作を低出力領域においてオフする出力制御手段を備えたことを特徴とする高周波電力増幅器である。

【0005】請求項2の発明は、請求項1に記載された高周波電力増幅器において、前記複数のトランジスタの出力側に回路定数を可変設定可能にしたマッチング回路と、増幅器出力に応じて前記マッチング回路の回路定数の設定を最適化する手段を備えたことを特徴とするものである。

【0006】請求項3の発明は、請求項2に記載された

高周波電力増幅器において、前記回路定数の設定を最適化する手段が、前記一部のトランジスタの動作のオン・オフに合わせて、回路定数を切り替える手段であることを特徴とするものである。

【0007】請求項4の発明は、請求項1乃至3のいずれかに記載された高周波電力増幅器において、前記他部のトランジスタに可変のドレイン電圧を印加する手段が、印加するドレイン電圧を連続的に制御できる手段であることを特徴とするものである。

【0008】請求項5の発明は、請求項4に記載された高周波電力増幅器において、前記連続的にドレイン電圧を制御できる手段がDC-DCコンバータであることを特徴とするものである。

【0009】

【発明の実施の形態】本発明の高周波電力増幅器を添付する図面とともに示す以下の実施例に基づき説明する。本発明は、スイッチング駆動するトランジスタのドレイン電圧を変化させることにより増幅器出力を連続的にコントロール可能とした高周波電力増幅器であり、同様の方式をとる従来の増幅器よりも効率をさらに改善することを目的とするものである。高周波電力増幅器において、出力を連続的にコントロールすることを必要とする様々な場面が想定されるが、以下では、デジタル移動通信の通信機（携帯電話等）のアンテナ出力段の高周波電力増幅器へ用いた例を好適な実施例として示す。ここでは、アンテナ出力段の高周波電力増幅器において、基地局等の送信先への出力を必要以上のパワーを使うことなく、適正なパワーで行うようにするために、出力パワーを連続的にコントロールする場合を例に、以下にその詳細を説明する。かかる出力パワーの連続コントロールは、図1のブロック図に例示するようなシステムにより行われる。図1を参照すると、RFパワーアンプ1の出力パワーコントロールは、PA_CONT(DC)信号によって所定ステップでコントロールし得るようにする。基地局（図示せず）から送られてくる指示値を目標値として、出力パワー検出器3による検出値（ここでは、RFパワーアンプ1からマッチング回路2を通して出力されるパワーを検出している）が、この指示値になるようにRFパワーアンプ1にマイコンよりなるコントローラ（図示せず）からPA_CONTを与え、指示パワーを出力する。

【0010】本発明においては、図1に示すような出力パワーの連続コントロールが可能な高周波電力増幅器の増幅器効率を改善するために、スイッチング駆動する複数のトランジスタを並列に接続して用いる。並列接続した複数のトランジスタの一部には、固定のドレイン電圧を印加し、他部のトランジスタには制御値に応じて可変のドレイン電圧を印加する。また、ドレイン電圧を固定したトランジスタの動作のオン・オフをコントロールし得るようにする。こうした構成をとることにより、高出力領域においては、ドレイン電圧を固定したトランジ

スタの動作をオンし、高出力領域で動作をオンしたドレイン電圧固定のトランジスタの動作を低出力領域においてオフするという動作を行わせ、ドレイン電圧固定のトランジスタの動作をオンする高出力領域における効率を向上させ、かつ全領域における出力パワーの連続コントロールを可能とする。

【0011】図2は、効率を向上させるために上記の構成をとる本発明の高周波電力増幅器の実施例を示す回路である。なお、図2中の（A）は、回路全体を示し、

（B）、（C）は、回路要素であるドレイン電圧制御手段の具体例をそれぞれ例示する。図2に示すように、本実施例の高周波電力増幅器の回路は、基本的な回路要素として、並列接続したスイッチング駆動する複数のトランジスタ（なお、本実施例では、FETを要素とするパワーアンプPA(1)1₁、PA(2)1₂として示されている）よりなるパワーアンプと、最大の増幅器出力を得るためのマッチング回路2とを備える。なお、負荷は同図中、出力端の負荷抵抗Roとして示す。図2に示したパワーアンプPA(1)1₁、PA(2)1₂は、いずれも図3にその回路の内部構成を示すように、スイッチング駆動するTr（FET）11、12を2段に接続して構成するもので、スイッチング駆動するFETを用いたパワーアンプとして、これまで一般的に利用されているものである。また、図2に示すように、パワーアンプPA(1)1₁、PA(2)1₂それぞれのFETにドレイン電圧を印加する。このときに、パワーアンプPA(2)1₂には固定の電圧（DC）+Bを与え、他方のパワーアンプPA(1)1₁には可変の電圧を印加するために、電圧（DC）+Bを制御値に応じ変換するドレイン電圧制御手段11を備える。ドレイン電圧制御手段11は、図2（B）に示す、DC-DCコンバータ4のように制御値に応じ連続してドレイン電圧を制御するものが望ましい。又、同様の機能を持つ図2（C）に示すFET5を使用した制御回路を用いることもできる。

【0012】図2に示したマッチング回路2は、パワーアンプPA(1)1₁の出力端からは、コンデンサC12、C13及びインダクタL11、L12を、又、パワーアンプPA(2)1₂の出力端からは、コンデンサC22及びインダクタL21をそれぞれ負荷抵抗Roに直列に接続するとともに、負荷抵抗Roに並列に、パワーアンプPA(1)1₁の出力端側にはコンデンサC11、パワーアンプPA(2)1₂の出力端側にはコンデンサC21を、又、負荷抵抗Ro側にはコンデンサC14、C15を接続して構成する。マッチング回路2の回路要素の中のコンデンサC13とインダクタL11、コンデンサC14、及びコンデンサC22とインダクタL21の接続・切り離しを行い、整合をとるためにマッチング回路2の回路定数を変える。なお、図2に示したマッチング回路2の回路定数の具体例を示すと、C11=7PF、C12、C13=34PF、L11=1.7nH、L12=2.9nH、C14=5PF、C15=24PF、C21=7PF、C22=17PF、L21=4.5nHとして、実施することができる。ま

た、図2中に示されるSW20、SW21は、出力パワーの領域によりパワーアンプPA(2)1₂の動作をオン・オフするための切り替えスイッチである。同様に、SW11、SW12は、出力パワーの領域に応じてパワーアンプPA(2)1₂の動作をオン・オフしたために変化する整合条件に合わせて、マッチング回路2における上記した回路要素の接続・切り離しを行い、回路定数を切り替えるためのスイッチである。

【0013】次いで、図2に示した高周波電力増幅器の動作を説明する。本実施例の増幅器では、2個のパワーアンプPA(1)1₁、PA(2)1₂を用いており、パワーアンプPA(1)1₁、PA(2)1₂を両方動作させる場合（高出力領域の動作）と、パワーアンプPA(1)1₁のみを動作させる場合（低出力領域の動作）があり、いずれの場合も出力の連続コントロールは、パワーアンプPA(1)1₁のドレイン電圧を制御することによる。高出力領域の目標値が指示されたときには、パワーアンプPA(1)1₁、PA(2)1₂を両方動作させるためのコントロール信号CONT(2)がコントローラから送信され、この信号によりSW20をオフ、SW21をオンし、パワーアンプPA(2)1₂を動作状態にする。このとき、コントロール信号CONT(2)は、SW11をオフし、即ちコンデンサC13とインダクタL11を接続状態にすると同時に、SW12をオフし、即ちコンデンサC14を切り離すことにより、パワーアンプPA(1)1₁、PA(2)1₂を両方動作させたときの整合条件にマッチング回路2の回路定数を設定する。このように動作条件を設定して、増幅器出力を目標値にコントロールするためのCONT(1)信号に応じて電圧+8をドレイン電圧制御手段11により変化させ、パワーアンプPA(1)1₁のドレイン電圧として印加する。この時、ドレイン電圧制御手段11として、DC-DCコンバータ4（図2（B））を用いた場合、電圧+8を制御信号（CONT(1)信号）に応じて変換係数を変えることにより、パワーアンプPA(1)1₁のドレインへの印加電圧を制御する。また、FET5による制御回路（図2（C））を用いた場合、電圧+8を制御信号によるFET5のゲートコントロールにより変化させ、パワーアンプPA(1)1₁のドレインへの印加電圧を制御する。図4は、本実施例の増幅器の特性を示すもので、横軸にパワーアンプPA(1)1₁のFETに印加したドレイン電圧Vcont(Volt)、縦軸に増幅器出力パワー(dBm)をとっている。この高出力領域の動作状態において、CONT(1)によりドレイン電圧制御手段11をコントロールした時の増幅器の特性は、図4中に特性（H）にて示すように、ドレイン電圧Vcontを2.5V～1.5Vの範囲で変化させると、規格上必要な値（例えば33dBm:2W）をカバーする最大パワーからA点（≒31dBm）をカバーする範囲で連続して出力パワーを変化させることができる。

【0014】低出力領域の目標値が指示されたとき、例えば、A点よりもさらにパワーを下げるときには、パワーアンプPA(2)1₂の動作をオフする（パワーアンプPA

(1)1₁は動作状態を維持する）。そのためのコントロール信号CONT(2)がコントローラから送信され、この信号によりSW20をオン、SW21をオフし、パワーアンプPA(2)1₂の動作をオフし、アンプPA(2)1₂をメインのアンプPA(1)1₁から切り離す。このとき、コントロール信号CONT(2)は、SW11をオンし、即ちコンデンサC13とインダクタL11を切り離すと同時に、SW12をオンし、即ちコンデンサC14を接続することにより、低出力動作、即ちこの実施例においてはパワーアンプPA(1)1₁のみの動作、における整合条件にマッチング回路2の回路定数を設定する。このように動作条件を設定して、増幅器出力を目標値にコントロールするためのCONT(1)信号を設定し直し、新たに設定したCONT(1)信号に応じて電圧+8をドレイン電圧制御手段11により変換して、パワーアンプPA(1)1₁のドレイン電圧として印加する。つまり、低出力領域の動作状態において、CONT(1)によりドレイン電圧制御手段11をコントロールした時の増幅器の特性は、図4中に特性（L）にて示すように、高出力から低出力に切り替える特性（H）のA点に相当する出力を設定する特性（L）上のA1点から最小パワー（≒22.5dBm）を出力するA2点間を新たにドレイン電圧Vcontを2.5V～1.5Vの範囲で設定すると、設定値に応じて連続して出力パワーを変化させることができる。

【0015】上記したように、本実施例の増幅器では、A(A1)点でドレイン電圧固定のパワーアンプPA(2)1₂の動作をオフ（オン）することにより、規格上必要な値（例えば33dBm:2W）をカバーする最大パワーから最小パワー（≒22.5dBm）を出力するA2点までの全域の出力パワーを連続してコントロールできる。その上、パワーアンプPA(1)1₁単独、即ちドレイン電圧固定のパワーアンプPA(2)1₂なしで、全域の出力パワーをドレイン電圧制御手段を用いて連続してコントロールする場合に比べて、本例の増幅器では、ドレイン電圧固定のパワーアンプPA(2)1₂の動作をオンする（ドレイン電圧制御手段が不要な分だけ効率を向上できる）高出力領域における効率を向上させることができる。また、ドレイン電圧固定のパワーアンプPA(2)1₂の動作をオン・オフするときに、マッチング回路4の回路定数を変えて最大の出力パワーを得るための整合を行うことにより、さらに効率の向上を図ることができる。マッチング回路は、今後スイッチ回路を含めIC化される方向であり、効率の向上に果たす役割は大きくなるものと考えられる。なお、図2に示した本実施例の回路では、2種類のパワーアンプPA(1)1₁、PA(2)1₂を一個ずつ用いた例を示したが、アンプはこの数に限定するものではなく、任意の数でよい。要は2種類のアンプが上記に示したような態様で動作をさせれば、所期の目的を達成し得るものである。

【0016】ところで、上記した実施例では、好適に実施しうる対象として携帯電話とし、携帯電話のアンテナ

出力段に用いる高周波電力増幅器に適応する場合を示したが、分野や出力パワーを上記した実施例に限定する趣旨ではなく、スイッチング駆動するトランジスタを用いた高周波電力増幅器を用いるラジオ、テレビ、AV機器、通信機器等の様々な分野の増幅器として適用、実施し得る。

【0017】

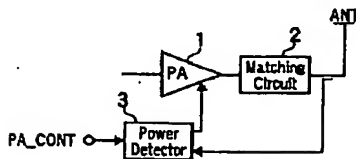
【発明の効果】(1) 請求項1の発明に対応する効果
並列に接続したスイッチング駆動する複数のトランジスタの中の固定のドレイン電圧を印加した側の動作を高出力領域においてオンし、低出力領域においてオフする出力制御手段を備えた本発明の高周波電力増幅器によると、制御値に応じてドレイン電圧を可変としたトランジスタ側に生じる効率低下(かかる方式を採用した従来装置の問題点であった)を最小限に抑え、高効率を保持しながら、増幅器出力を制御することが可能になる。

(2) 請求項2、3の発明に対応する効果

上記(1)の効果に加えて、増幅器出力に応じてマッチング回路の回路定数の設定を最適化する手段を備えたことにより、効率の改善とともに安定度の向上を図ることが可能になる。しかも、トランジスタの動作のオン・オフに合わせて、回路定数を切り替えるようにしたことにより、共通のコントローラを用いて容易に動作が実行可能になる。

*

【図1】



* (3) 請求項4、5の発明に対応する効果

上記(1)、(2)の効果に加えて、トランジスタに印加するドレイン電圧を連続的に制御可能な手段(DC-DCコンバータ)を備えたことにより、出力パワーを最適に調整でき、電力を無駄に消費することがなく、最適動作を行うことが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 アンテナ出力段の高周波電力増幅器の出力パワーを連続的にコントロールするシステムの一例を示す。

【図2】 本発明の高周波電力増幅器に係わる実施例回路を示す。

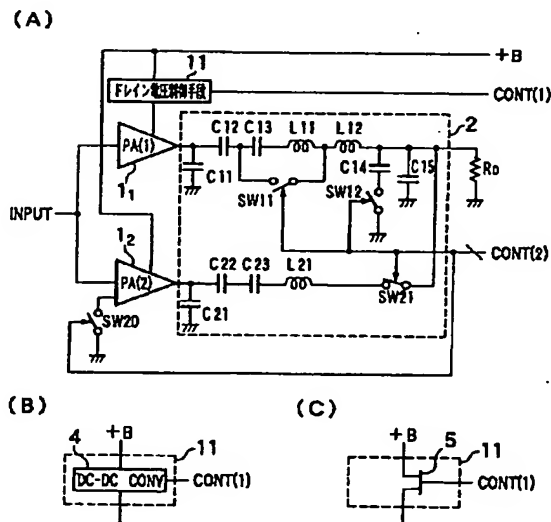
【図3】 図2の高周波電力増幅器に用いたパワーアンプPA(1)、PA(2)の回路の内部構成を示す。

【図4】 図2の高周波電力増幅器の特性として、ドレインバイアス制御電圧に対する出力パワーの関係を示す。

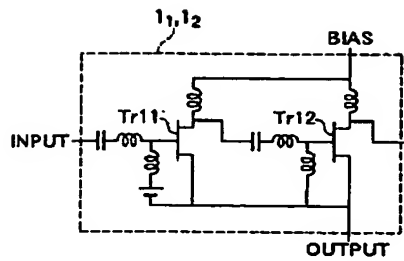
【符号の説明】

1…RFパワーアンプ、 1₁…パワーアンプPA(1)、 1₂…パワーアンプPA(2)、
2…マッチング回路、 3…パワー検出器、
4…DC-DCコンバータ、 5…FET、
11…ドレイン電圧制御手段。

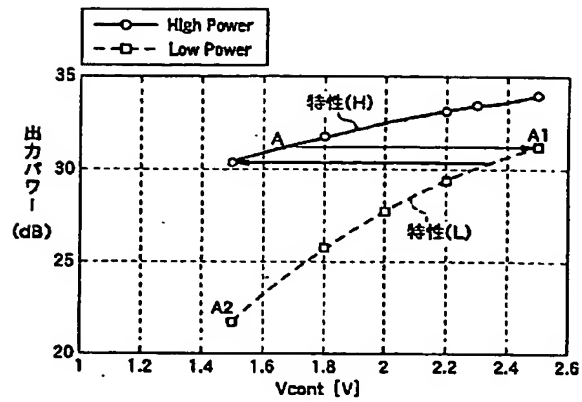
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5J069 AA01 AA21 AA41 CA36 FA12
 FA18 HA09 HA25 HA29 HA33
 HA38 KA29 MA21 SA14 TA01
 TA02
 5J091 AA01 AA21 AA41 CA36 FA12
 FA18 HA09 HA25 HA29 HA33
 HA38 KA29 MA21 SA14 TA01
 TA02 UW08
 5J092 AA01 AA21 AA41 CA36 FA12
 FA18 HA09 HA25 HA29 HA33
 HA38 KA29 MA21 SA14 TA01
 TA02

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載
 【部門区分】第7部門第3区分
 【発行日】平成15年6月20日(2003.6.20)

【公開番号】特開2002-353751(P2002-353751A)
 【公開日】平成14年12月6日(2002.12.6)
 【年通号数】公開特許公報14-3538
 【出願番号】特願2001-161918(P2001-161918)
 【国際特許分類第7版】

H03F 3/217
 1/02
 3/68

【F1】

H03F 3/217
 1/02
 3/68 B

【手続補正書】

【提出日】平成15年3月11日(2003.3.11)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0009

【補正方法】変更

【補正内容】

【0009】

【発明の実施の形態】本発明の高周波電力増幅器を添付する図面とともに示す以下の実施例に基づき説明する。本発明は、スイッチング駆動するトランジスタのドレイン電圧を変化させることにより増幅器出力を連続的にコントロール可能とした高周波電力増幅器であり、同様の方式をとる従来の増幅器よりも効率をさらに改善することを目的とするものである。高周波電力増幅器において、出力を連続的にコントロールすることを必要とする様々な場面が想定されるが、以下では、デジタル移動通信の通信機(携帯電話等)のアンテナ出力段の高周波電力増幅器へ用いた例を好適な実施例として示す。ここでは、アンテナ出力段の高周波電力増幅器において、基地局等の送信先への出力を必要以上の電力を使うことなく、適正な電力で行うようにするために、出力電力を連続的にコントロールする場合を例に、以下にその詳細を説明する。かかる出力電力の連続コントロールは、図1のブロック図に例示するようなシステムにより行われる。図1を参照すると、RFパワーアンプ1の出力電力コントロールは、PA_CONT(DC)信号によって所定ステップでコントロールし得るようにする。基地局(図示せず)から送られてくる指示値を目標値として、出力パワー検出器3による検出値(ここでは、RFパワーアンプ1からマッチング回路2を通して出力されるパワーを検出している)が、この指示値になるようにRFパワーア

ンプ1にマイコンよりなるコントローラ(図示せず)からPA_CONTを与え、指示パワーを出力する。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0010

【補正方法】変更

【補正内容】

【0010】

本発明においては、図1に示すような出力パワーの連続コントロールが可能な高周波電力増幅器の増幅器効率を改善するために、スイッチング駆動する複数のトランジスタを並列に接続して用いる。並列接続した複数のトランジスタの一部には、固定のドレイン電圧を印加し、他部のトランジスタには制御値に応じて可変のドレイン電圧を印加する。また、ドレイン電圧を固定したトランジスタの動作のオン・オフをコントロールし得るようにする。こうした構成をとることにより、高出力領域においては、ドレイン電圧を固定したトランジスタの動作をオンとし、高出力領域で動作をオンとしたドレイン電圧固定のトランジスタの動作を低出力領域においてオフするという動作を行わせ、ドレイン電圧固定のトランジスタの動作をオンとする高出力領域における効率を向上させ、かつ全領域における出力パワーの連続コントロールを可能とする。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0012

【補正方法】変更

【補正内容】

【0012】図2に示したマッチング回路2は、パワーアンプPA(1)11の出力端からは、コンデンサC12、C13及びインダクタL11、L12を、又、パワーアンプPA(2)12の出力端からは、コンデンサC22及びインダクタL21を

それぞれ負荷抵抗 R_o に直列に接続するとともに、負荷抵抗 R_o に並列に、パワーアンプPA(1)11の出力端側にはコンデンサC11、パワーアンプPA(2)12の出力端側にはコンデンサC21を、又、負荷抵抗 R_o 側にはコンデンサC14、C15を接続して構成する。マッチング回路2の回路要素の中のコンデンサC13とインダクタL11、コンデンサC14、及びコンデンサC22とインダクタL21の接続・切り離しを行い、整合をとるためにマッチング回路2の回路定数を変える。なお、図2に示したマッチング回路2の回路定数の具体例を示すと、C11=7pF、C12、C13=34pF、L11=1.7nH、L12=2.9nH、C14=5pF、C15=24pF、C21=7pF、C22=17pF、L21=4.5nHとして、実施することができる。また、図2中に示されるSW20、SW21は、出力パワーの領域によりパワーアンプPA(2)12の動作をオン・オフするための切り替えスイッチである。同様に、SW11、SW12は、出力パワーの領域に応じてパワーアンプPA(2)12の動作をオン・オフしたために変化する整合条件に合わせて、マッチング回路2における上記した回路要素の接続・切り離しを行い、回路定数を切り替えるためのスイッチである。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0013

【補正方法】変更

【補正内容】

【0013】次いで、図2に示した高周波電力増幅器の動作を説明する。本実施例の増幅器では、2個のパワーアンプPA(1)11、PA(2)12を用いており、パワーアンプPA(1)11、PA(2)12を両方動作させる場合（高出力領域の動作）と、パワーアンプPA(1)11のみを動作させる場合（低出力領域の動作）があり、いずれの場合も出力の連続コントロールは、パワーアンプPA(1)11のドレイン電圧を制御することによる。高出力領域の目標値が指示されたときには、パワーアンプPA(1)11、PA(2)12を両方動作させるためのコントロール信号CONT(2)がコントローラから送信され、この信号によりSW20をオフ、SW21をオンし、パワーアンプPA(2)12を動作状態にする。このとき、コントロール信号CONT(2)は、SW11をオフし、即ちコンデンサC13とインダクタL11を接続状態にすると同時に、SW12をオフし、即ちコンデンサC14を切り離すことにより、パワーアンプPA(1)11、PA(2)12を両方動作させたときの整合条件にマッチング回路2の回路定数を設定する。このように動作条件を設定して、増幅器出力を目標値にコントロールするためのCONT(1)信号に応じて電圧+8をドレイン電圧制御手段11により変化させ、パワーアンプPA(1)11のドレイン電圧として印加する。この時、ドレイン電圧制御手段11として、DC-DCコンバータ4（図2（B））を用いた場合、電圧+8を制御信号（CONT(1)信号）に応じて変換係数を変えることにより、パワーアンプPA(1)11のド

レインへの印加電圧を制御する。また、FET5による制御回路（図2（C））を用いた場合、電圧+8を制御信号によるFET5のゲートコントロールにより変化させ、パワーアンプPA(1)11のドレインへの印加電圧を制御する。図4は、本実施例の増幅器の特性を示すもので、横軸にパワーアンプPA(1)11のFETに印加したドレイン電圧 $V_{cont}(V_{olt})$ 、縦軸に増幅器出力パワー(dBm)をとっている。この高出力領域の動作状態において、CONT(1)によりドレイン電圧制御手段11をコントロールした時の増幅器の特性は、図4中に特性（H）にて示すように、ドレイン電圧 V_{cont} を2.5V~1.5Vの範囲で変化させると、規格上必要な値（例えば33dBm:2W）をカバーする最大パワーからA点（≒31dBm）をカバーする範囲で連続して出力パワーを変化させることができる。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0014

【補正方法】変更

【補正内容】

【0014】低出力領域の目標値が指示されたとき、例えば、A点よりもさらにパワーを下げるときには、パワーアンプPA(2)12の動作をオフする（パワーアンプPA(1)11は動作状態を維持する）。そのためのコントロール信号CONT(2)がコントローラから送信され、この信号によりSW20をオン、SW21をオフし、パワーアンプPA(2)12の動作をオフし、アンプPA(2)12をメインのアンプPA(1)11から切り離す。このとき、コントロール信号CONT(2)は、SW11をオンし、即ちコンデンサC13とインダクタL11を切り離すと同時に、SW12をオンし、即ちコンデンサC14を接続することにより、低出力動作、即ちこの実施例においてはパワーアンプPA(1)11のみの動作、における整合条件にマッチング回路2の回路定数を設定する。このように動作条件を設定して、増幅器出力を目標値にコントロールするためのCONT(1)信号を設定し直し、新たに設定したCONT(1)信号に応じて電圧+8をドレイン電圧制御手段11により変換して、パワーアンプPA(1)11のドレイン電圧として印加する。つまり、低出力領域の動作状態において、CONT(1)によりドレイン電圧制御手段11をコントロールした時の増幅器の特性は、図4中に特性（L）にて示すように、高出力から低出力に切り替える特性（H）のA点に相当する出力を設定する特性（L）上のA1点から最小パワー（≒22.5dBm）を出力するA2点間を新たにドレイン電圧 V_{cont} を2.5V~1.5Vの範囲で設定すると、設定値に応じて連続して出力パワーを変化させることができる。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0015

【補正方法】変更

【補正内容】

【0015】上記したように、本実施例の増幅器では、A(A1)点でドレイン電圧固定のパワーアンプPA(2)12の動作をオフ（オン）することにより、規格上必要な値（例えば33dBm:2W）をカバーする最大パワーから最小パワー（≒22.5dBm）を出力するA2点までの全域の出力パワーを連続してコントロールできる。その上、パワーアンプPA(1)11単独、即ちドレイン電圧固定のパワーアンプPA(2)12なしで、全域の出力パワーをドレイン電圧制御手段を用いて連続してコントロールする場合に比べて、本例の増幅器では、ドレイン電圧固定のパワーアンプPA(2)12の動作をオンする（ドレイン電圧制御手段が不要な分だけ効率を向上できる）高出力領域における効率を向上させることができる。また、ドレイン電圧

固定のパワーアンプPA(2)12の動作をオン・オフするときに、マッチング回路4の回路定数を変えて最大の出力パワーを得るための整合を行うことにより、さらに効率の向上を図ることができる。マッチング回路は、今後スイッチ回路を含めIC化される方向であり、効率の向上に果たす役割は大きくなるものと考えられる。なお、図2に示した本実施例の回路では、2種類のパワーアンプPA(1)11、PA(2)12を一個づつ用いた例を示したが、アンプはこの数に限定するものではなく、任意の数でよい。要は2種類のアンプが上記に示したような態様で動作をしさえすれば、所期の目的を達成し得るものである。